

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ЧОРНОМОРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ПЕТРА МОГИЛИ**

ТРУБІНА МАРІЯ СЕРГІЇВНА

УДК 004.925.5

**СИСТЕМА ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ
ЗБЕРІГАННЯ СИПУЧИХ ПРОДУКТІВ**

Спеціальність 123 – Комп'ютерна інженерія

Автореферат

магістерської роботи

на здобуття кваліфікації магістра з комп'ютерної інженерії

Миколаїв – 2020

Робота виконана у Чорноморському національному університеті ім. Петра Могили.

Науковий керівник: доктор технічних наук, доцент
Гожий Олександр Петрович,
ЧНУ ім. Петра Могили,
професор кафедри комп'ютерної інженерії

Рецензент: доктор технічних наук, професор
Кондратенко Юрій Пантелійович,
ЧНУ ім. Петра Могили,
професор кафедри інтелектуальних
інформаційних систем

Консультант: д-р біол. наук, професор
Григор'єва Людмила Іванівна,
ЧНУ ім. Петра Могили,
завідувач кафедри екології Медичного
інституту

Захист відбудеться «26» лютого 2019 р. о 9⁰⁰ на засіданні
Екзаменаційної комісії в ЧНУ ім. Петра Могили, ауд. 2-406

З магістерською роботою можна ознайомитись на сайті ЧНУ ім. Петра
Могили
за посиланням <http://chmnu.edu.ua>

Автореферат оприлюднений «24» лютого 2019 р.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. На сьогоднішній день Україна є провідною країною-поставником зерна, саме тому кількість наявних елеваторів зростає щорічно. Відповідно до цього розробка системи оперативного контролю параметрів зберігання сипучих продуктів є актуальною задачею. У сфері зернозберігання особливо популярними є саме металеві резервуари - силоси.

Важливість контролю температури сипучих продуктів є пріоритетною вимогою, адже саме температура є критичною віхою під час їх зберігання. Крім появи ризиків втрати продукту неправильно визначений час самозігрівання сипучого продукту може призвести до руйнування резервуару, у якому він зберігається. Система температурного контролю дозволяє виявити момент, коли температура починає зростати, ще на початкових етапах, що призводить до своєчасного запобігання зростання температури та повернення показників до нормального рівня. Таким чином, мінімізується можливість втрати продукту та максимізується термін роботи обладнання, що призводить до скорочення економічних втрат на обслуговування системи силосів.

Не менш важливим є показник рівня продукту у резервуарі. Своєчасне та пильне фіксування його значення дозволяє попередити переповнення або недостатнє заповнення резервуару. Для виміру рівня продукту та подальшого контролю даного показника необхідно застосувати ефективні методи визначення об'єму, що будуть здійснюватися обслуговуючим програмним забезпеченням для полегшення роботи обслуговуючого персоналу та більш точного зняття показників з урахуванням мінімальних похибок.

Мета та завдання дослідження. Метою є розробка конкурентно спроможної СОК параметрів зберігання сипучих продуктів на основі сучасних існуючих систем для автоматизації процесу спостереження за показниками температури та рівня продуктів.

Для досягнення даної мети в магістерській роботі поставлені та вирішені наступні завдання:

Завдання:

–аналіз обраної існуючої системи оперативного контролю (СОК) для ознайомлення з апаратним забезпеченням;

–аналіз елементів системи апаратного забезпечення для пошуку оптимальних пристроїв для побудови СОК (з урахуванням умов зберігання, обраних під час емпіричного дослідження);

–розробка апаратної частини системи оперативного контролю з вибором основних її складових (обладнання);

–розробка програмного застосунку для оперативного контролю параметрів зберігання сипучих продуктів (температурні показники та рівень насипу).

Об'єктом дослідження є системи оперативного контролю параметрів зберігання.

Предметом дослідження виступає СОК параметрів зберігання сипучих продуктів, що буде контролювати 2 критично важливих показники – температуру та рівень сипучої продукції.

Методи дослідження: методи апаратних безконтактних вимірювань температури, методи апаратних безконтактних вимірювань рівня насипу продукції, методи аналогової та цифрової передачі інформації, методи аналогово-цифрового перетворення, метод розрахування об'єму з урахуванням похибки на виникнення конуса насипу поверхні.

Структура та обсяг роботи. Магістерська робота складається з анотації на 2 сторінках, вступу, п'яти розділів, висновків, переліку джерел посилання з 30 найменувань і спеціальної частини з охорони праці на 12 сторінок. Основна частина роботи становить 79 сторінок, серед яких 39 рис. та 6 табл..

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** подано обґрунтування актуальності теми магістерської роботи, зазначено її зв'язок із науковою програмою, планами і темами, сформульовано мету та завдання дослідження. Поява і розповсюдження нових технологій сприяє розробці нових систем для контролю параметрів зберігання, а саме температури зернової маси та рівня зерна у сховищі. Разом з цим постає задача створення програмного забезпечення, що буде не лише надійним, але і зручним у використанні.

Було розроблено систему оперативного контролю параметрів зберігання сипучих продуктів з урахуванням оптимально розташованих сучасних апаратних засобів контролю показників контрольних параметрів та передачі їх до програмного забезпечення. Останнє реалізує оптимальні методи розрахунку об'єму, у т.ч. для того, щоб можна було своєчасно виявити осередки самонагрівання продуктів, вирахування його об'єму у кожному резервуарі. Також розроблена система дозволяє самостійно налаштовувати параметри обладнання елеватору та провести аудит на основі отриманої статистики та звітів з інформацією про показники, що були отримані в результаті вимірювання.

Розроблена СОК здійснює збір інформації з термopідвісок та рівнемірів, передає дані через модулі вводу/виводу на персональний комп'ютер. Завдяки програмній частині надалі здійснюються контроль та обробка вхідних параметрів, що можна проаналізувати та провести аналіз стану сипучих продуктів, що зберігаються у промислових резервуарах. Система може експлуатуватися на елеваторах після встановлення.

У **першому розділі** магістерської роботи «**Аналітичний огляд показників контролю параметрів зберігання та існуючих СОК для подальшого визначення технічного завдання**» розглянуто основні показники параметрів зберігання сипучих продуктів, які потребують постійного нагляду та врахування для розробки автоматизованої системи оперативного контролю.

Також було розглянуто декілька існуючих СОК для подальшого порівняння та формулювання напрямків розробки.

Розглянуто проблеми контролю параметрів зерна при його зберіганні та основні існуючі системи для контролю параметрів зберігання зерна, а також сформульовано напрямок дослідження. Виходячи з цього зроблено висновок, що контроль температури та рівня є дуже важливими, тому існує необхідність їх контролю.

Сипучі продукти, що закладаються на зберігання, потребують постійного контролю та, у випадку необхідності, своєчасного проведення певних технологічних операцій для регулювання температури, об'єму, вологості та ізолювання від паразитів. Несвоєчасне визначення основних параметрів зберігання може призвести до втрат продукції та пошкодження обладнання, що має високу собівартість. Оскільки об'єми виробництва промислового комплексу не піддаються аналітиці без спеціального обладнання, тому системи оперативного контролю є рентабельною інвестицією у розвиток компанії в цілому. Сучасні технологічні розробки не лише запобігають втраті додаткових коштів на обслуговування обладнання та персоналу, а й значно підвищують рівень якості продукції, що зберігається.

На основі аналізу існуючих систем оперативного контролю було розроблено технічне завдання з урахуванням вимог до функціональних та апаратних складових системи.

У другому розділі магістерської роботи **«Розробка структурної і функціональної схем СОК та визначення об'єму сипучої продукції з похибкою на утворення конуса»** розроблено структурну і функціональні схеми СОК параметрів зберігання сипучих продуктів для візуалізації оптимального розташування елементів, що забезпечує її набором усіх необхідних функцій. Розроблені схеми забезпечують необхідний набір зв'язків між елементами системи для забезпечення управління, налаштування та

передачі інформації між датчиками температури та рівня з та персонального комп'ютера користувача.

Кожен вид зернової культури має власний кут природного укосу, що залежить від фізичних властивостей продукту. Завдяки цьому при завантаженні та вивантаженні продукту з резервуарів на поверхні утворюється конус, що потрібно враховувати при виборі рівномірів, що будуть використовуватися у системі. Без урахування похибки на утворення конуса, дані про об'єм продукту резервуару мають значні неточності, саме тому даний показник є важливим для вимірювання. Урахування похибки на утворення конуса дозволяє визначити рівень сипучої продукції, що зберігається у резервуарах, з набагато більшою точністю. Це, у свою чергу, дозволяє оптимізувати процеси завантаження і вивантаження зерна.

Розроблений метод розрахунку дозволяє отримувати інформацію про об'єм насипу сипучих продуктів не лише з урахуванням форми конуса, а й з урахуванням виникнення нерівностей на поверхні. Точність розрахунків залежить від кількості показників, що знімаються боковими датчиками рівня, що дозволяє при необхідності обирати різну кількість працюючих датчиків.

Таким чином, розроблений метод виміру рівня та розрахунку об'єму сипучих продуктів дозволяє отримати більш точні показники об'єму. Що в свою чергу дозволяє покращити процес завантаження і вивантаження продуктів, та більш надійно контролювати стан силосів.

У **третьому розділі** магістерської роботи **«Розробка апаратного забезпечення СОК параметрів зберігання сипучих продуктів»** було розроблено алгоритм роботи системи оперативного контролю параметрів зберігання сипучих продуктів, а також вибрано обладнання для апаратної частини. Схематично представлений алгоритм, що було розроблено, відображає паралельну роботу різних апаратних складових системи. Було розглянуто аналоги сучасного обладнання до апаратної частини та обрано найбільш

відповідні складники. Вибране обладнання відповідає вимогам та забезпечує роботу кожного апаратного блоку системи оперативного контролю.

Для вимірювання температури використовуються термopідвіски з цифровими датчиками температури. Перевагами термopідвіски з цифровими датчиками є інтерфейсний вихід RS-485 і висока точність вимірювання температури.

За рахунок розташування щитів живлення і вторинного перетворення поряд з кожним силосом скорочується кількість кабелю, необхідного для зв'язку термopідвісок з головним щитом. Таке розташування щитів живлення і вторинного перетворення дозволяє підвести до головного щита 6 ліній кабелю від Ethernet серверів послідовних інтерфейсів, що відповідають за 42 термopідвіски.

Завдяки Ethernet серверам послідовних інтерфейсів та модулю аналогового вводу всі прилади об'єднуються в систему одним інтерфейсним кабелем (звита пара). Комутатор дозволяє з'єднати кілька вузлів мережі в межах одного сегмента мережі. Також перевагою системи є те, що апаратні засоби системи працюють з комунікаційним протоколом Modbus TCP, який використовується для передачі даних через TCP/IP з'єднання. Цілісність даних в протоколі Modbus TCP забезпечує TCP/IP стек.

Використання топології «зірка» дає перевагу системі у великій гнучкості при модернізації і при усуненні неполадок. Вихід з ладу одного вузла не перешкоджає роботі всієї системи в цілому.

Розроблена система дозволяє автоматизувати процес спостереження за параметрами зберігання зерна, що в свою чергу дозволяє зменшити грошові витрати при зберіганні продуктів. А правильний і точний контроль параметрів дозволяє підвищити безпеку елеваторних комплексів.

Розроблена система має оптимальне розташування елементів, що дає змогу скоротити витрати на кабель, та скорочує кількість додаткових апаратних засобів. Також в системі використовуються сучасні компоненти, які

відповідають сучасним стандартам і вимогам. Для вимірювання рівня зерна використовується радарні рівнеміри, які забезпечує пряме вимірювання рівня межі сипучих середовищ в широкому діапазоні тисків і температур. На роботу приладу не впливають умови технологічного процесу, такі як: щільність, в'язкість, електропровідність, корозійну активність, пари та зміни тиску і температури. Також радарний рівнемір простий в монтажі.

У четвертому розділі магістерської роботи **«Розробка програмного забезпечення СОК з відображенням результатів показників»** було створено програмне забезпечення для системи оперативного контролю параметрів зберігання сипучих продуктів. Розроблене ПЗ дозволяє отримувати оперативну інформацію про результати вимірювання датчиками температури та рівнемірами. Графічний інтерфейс дає можливість оперативно визначити на якому з датчиків температури була отримана критична або не відповідна нормам температура. Також графічний інтерфейс програми надає інформацію про рівень та об'єм зерна в кожному силосі. Об'єм зерна розраховується виходячи з показників рівня. Програма дозволяє вводити інформацію про кожен силос, та відображати динаміку зміни даних вимірювання. А також програма надає можливість формування звітів про виміри.

Розроблене ПЗ дозволяє своєчасно виявити осередок самозігрівання зерна, що дає змогу попередити подальше зростання температури, і тим самим унеможливити спалах зернової маси. Також періодична перевірка показників датчиків температури дозволяє виявляти тенденції до зростання температури. Ретельний моніторинг температури зерна дозволяє скоротити витрати на обслуговування силосів, тому що неоперативний контроль температури зерна може привести до псування зерна та руйнування конструкцій силосів. Програмний розрахунок об'єму дозволяє оперативно отримувати об'єм для кожного силосу, та виводи цей показник на графічний інтерфейс. А можливість отримувати звіти та статистику дозволяють контролювати динаміку зміни температури та рівня сипучих продуктів.

Спеціальна частина «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях» проведений аналіз факторів виробничого середовища у приміщенні на підприємстві, де має бути встановлена СОК, а також визначений вплив цих факторів на здоров'я та працездатність працівників. Також було розглянуто показники санітарно-гігієнічних норм у приміщенні, де відбувалася аналітична розробка та пошук інформації про існуючі аналоги системи під час проходження переддипломної практики. Слід зазначити, що була встановлена відповідність всіх розглянутих показників чинним санітарним нормам та виявлено, що умови праці є оптимальними.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання дипломної роботи:

– На основі проведеного аналітичного огляду було виявлено основні показники параметрів зберігання сипучих продуктів, які потребують постійного нагляду та врахування для розробки автоматизованої системи оперативного контролю.

– На основі аналізу існуючих систем оперативного контролю розроблено технічне завдання з урахуванням вимог до функціональних та апаратних складових системи.

– Урахування похибки на утворення конуса дозволяє визначити рівень сипучої продукції, з набагато більшою точністю, що, у свою чергу, дозволяє оптимізувати процеси завантаження і вивантаження зерна. Для цього було розроблено метод розрахунку об'єму сипучих продуктів з урахуванням форми конуса, а також похибками на виникнення нерівностей на поверхні.

– Розроблено алгоритм роботи системи оперативного контролю параметрів зберігання сипучих продуктів, а також вибрано обладнання для апаратної частини, що відповідає вимогам та забезпечує роботу кожного апаратного блоку системи оперативного контролю.

–Програмне забезпечення для системи оперативного контролю параметрів дозволяє отримувати оперативну інформацію про результати вимірювання датчиками температури та рівнемірами. Програма відображає динаміку зміни даних вимірювання та надає можливість формування звітів про виміри.

–У спеціальному розділі з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях проаналізовано систему заходів і засобів по запобіганню впливу на людину несприятливих факторів, які супроводжують роботу працівника ІТ-сфери. Виконано аналіз освітлення та мікрокліматичних умов на робочому місці, управління цивільним захистом на підприємстві у разі виникнення електро-небезпечної ситуації.

АНОТАЦІЯ

Трубіна М. С. Система оперативного контролю параметрів зберігання сипучих продуктів.

Дана робота присвячена розробці спеціалізованої комп'ютерної системи оперативного контролю параметрів сипучих продуктів. Були описані проблеми контролю параметрів зерна, а також проаналізовано проблему виміру рівня зерна в силосі, та врахування конусу зернового насипу. Розроблені технічне завдання, структурна і функціональна схеми, алгоритм роботи системи. Також розроблено метод виміру об'єму сипучого продукту в силосі. Для оперативного контролю параметрів зберігання сипучих продуктів розроблено програмне забезпечення. Також були обрані апаратні засоби системи. В кінці був проведений аналіз результатів розробки системи. У **спеціальній частині** з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях було проаналізовано систему заходів і засобів по запобіганню впливу на людину несприятливих факторів, які супроводжують роботу працівника ІТ-сфери. Виконано аналіз освітлення та мікрокліматичних умов на робочому місці, управління цивільним захистом на підприємстві у разі виникнення електро-небезпечної ситуації.

Дипломна робота містить 79 стор. основної частини, 39 рис., 6 табл., 30 посилань.

ABSTRACT

Trubina Mariia "Operative Control System of Storage Parameters of Bulk Products"

In this graduate work of the master was developed a specialized computer system for the operational control of the storage parameters of bulk products. Were described the problems of controlling the parameters of grain, and the problem of measuring the level of grain in a silo and taking into account the cone of a grain mound. Were developed the terms of reference, structural and functional schemes, and system operation algorithm. Also was developed a method for measuring the volume of bulk product in the silo. Were developed for the operational control of the storage parameters of bulk products, software. Was also selected the system hardware. Was carried out at the end an analysis of the results of system development.

In a special part on occupational safety and protection in emergency situations the system of measures and means for preventing the impact on the person of the adverse factors that accompany the work of the IT employee was analyzed. Analysis of lighting and microclimatic conditions in the workplace, management of civil protection in the company in the event of an electro-dangerous was executed.

Thesis of the main part contains 79 pages, 39 figures, 6 tables, 30 references.